Proyecto Diseño y Mejoras μCurrent

Brayan Andres Celis Godoy, Jeiffer Bernal Tellez

Profesor

Jaime Guillermo Barrero Perez

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisico-Mecanicas

Escuela de Eléctrica,Electrónica y Telecomunicaciones

Electrónica

Bucaramanga

2024

**Tabla de Contenido**

**Pág**.

[Introducción 7](#__RefHeading___Toc24797_3876703246)

[1.Marco teórico 8](#__RefHeading___Toc24799_3876703246)

[2. Objetivos 9](#__RefHeading___Toc24801_3876703246)

[2.1 Objetivo General 9](#__RefHeading___Toc24803_3876703246)

[2.2 Objetivos Específicos 9](#__RefHeading___Toc24805_3876703246)

[2.2.1 Desarrollo del sistema de medición mediante simulación 9](#__RefHeading___Toc26619_3876703246)

[2.2.2 Desarrollo del diseño del PCB 9](#__RefHeading___Toc26621_3876703246)

[2.2.3 Desarrollo del sistema de visualización de lecturas 9](#__RefHeading___Toc26623_3876703246)

[3.Metodología 10](#__RefHeading___Toc24807_3876703246)

[3.1 Materiales Y Herramientas 10](#__RefHeading___Toc24809_3876703246)

[3.2 Solución Ideal 10](#__RefHeading___Toc24811_3876703246)

[3.3 Solución por bloques 10](#__RefHeading___Toc24813_3876703246)

[4. Desarrollo del PCB 10](#__RefHeading___Toc24815_3876703246)

[4.1 Esquemáticos PCB 10](#__RefHeading___Toc24817_3876703246)

[5. Desarrollo de aplicación 10](#__RefHeading___Toc24819_3876703246)

[5.1 Aplicativo mediante servidor web 11](#__RefHeading___Toc24821_3876703246)

[5.2 Aplicativo dedicado 11](#__RefHeading___Toc24823_3876703246)

[6. Conclusiones 11](#__RefHeading___Toc24825_3876703246)

[Referencias Bibliográficas 12](#__RefHeading___Toc24827_3876703246)

[Apéndices 13](#__RefHeading___Toc24829_3876703246)

**Lista de Tablas**

**Pág.**

[Tabla 1. Número de niñas embarazadas en colegios del sector norte y sur de Bogotá 15](#_Toc76045053)

[Tabla 2. Número promedio de respuestas correctas de niños con y sin entrenamiento previo 16](#_Toc76045054)

**Lista de Figuras**

**Pág.**

[Figura 1. Retorno real de acciones americanas, títulos del tesoro americano, oro y dólar de 1802 a 2012 16](#_Toc76045298)

Lista de Apéndices

**pág.**

[Apéndice A. Contenido del trabajo de grado 23](#_Toc75961426)

(Se indican de dos formas: Si son menos de 27 apéndices, se listan con las letras del alfabeto, si son mayores de 27 apéndices, se listan con números. Al igual que las anteriores listas, también llevan el titulo completo)

Nota: Si los apéndices van dentro del cuerpo o contenido del trabajo de grado listados al final del mismo, se debe indicar el número de la página, si desea agruparlos en una carpeta adjunta no debe colocar número de página, en reemplazo, debe colocar un mensaje que indique:

“Los apéndices están adjuntos”

**Glosario**

**Primer término:** la definición inicia en minúscula

**Segundo término:** la definición inicia en minúscula

**Tercer término:** la definición inicia en minúscula

# Introducción

La medición de corriente en dispositivos microcontroladores es fundamental para evaluar su consumo y eficiencia, aspectos clave en el desarrollo de aplicaciones de bajo consumo energético. Es necesario contar con métodos efectivos y sencillos para monitorizar el consumo en dispositivos comerciales como el **ATmega328P** o el **ESP32**, que presentan múltiples niveles de consumo dependiendo del modo de operación en el que se encuentren. Estos niveles de corriente pueden variar desde miliamperios hasta microamperios, especialmente en los modos de bajo consumo, como el modo de sueño profundo.

Dada la diversidad en los niveles de consumo de los microcontroladores, es crucial disponer de una herramienta que permita medir estos valores de corriente de manera manual o automática, cambiando entre diferentes rangos según sea necesario. Esto optimiza el monitoreo y asegura que los dispositivos operen de manera eficiente en todos sus estados de funcionamiento, desde el modo activo hasta los modos de ahorro de energía.

Este tipo de medición es particularmente importante en dispositivos que funcionan con baterías, donde el consumo de corriente afecta directamente la duración de la misma. Para maximizar el tiempo de funcionamiento de estos dispositivos, es esencial monitorizar el consumo sin introducir grandes pérdidas en el propio circuito de medición. Los sistemas de medición deben tener **voltajes de fuga bajos** y un impacto mínimo en el consumo global del dispositivo para que los resultados sean precisos y no comprometan la eficiencia energética general.

Además, en aplicaciones donde la batería es un recurso crítico, como en dispositivos portátiles o sistemas IoT, la capacidad de medir con precisión el consumo en diferentes modos operativos permite a los diseñadores optimizar tanto el hardware como el software, ajustando los ciclos de actividad y sueño profundo para extender la vida útil de la batería. De esta forma, el monitoreo preciso de la corriente no solo asegura un diseño eficiente, sino que también contribuye al desarrollo de dispositivos más duraderos y sostenibles.

1.Marco teórico

Los títulos de primer nivel se presentan centrados, con negrita. El párrafo inicia a dos espacios del titulo con una sangría de 1,27 cm al inicio del mismo. Estos títulos de primer nivel no necesariamente inician en hoja nueva, pueden iniciar por ejemplo a mitad de página o casi finalizando la hoja dejando dos espacios del párrafo anterior.

La separación entre párrafos es de una interlinea. Recordar que objetivos si se deben presentar en una hoja nueva.

2. Objetivos

## 2.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema de medición de corriente para microcontroladores, que permita monitorizar el consumo de corriente en diferentes modos operativos, garantizando su precisión y eficiencia en el cambio automático entre rangos de corriente.

## 2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Desarrollo del sistema de medición mediante simulación

Diseñar y simular un sistema de medición de corriente que permita verificar el comportamiento del circuito de manera virtual antes de su implementación física.

2.2.2 Desarrollo del diseño del PCB

Desarrollar el esquema y diseño del PCB del sistema de medición de corriente, teniendo en cuenta los componentes seleccionados para garantizar un tamaño compacto, bajo consumo energético y bajo costo.

2.2.3 Desarrollo del sistema de visualización de lecturas

Desarrollar un aplicativo que permita la conexión y visualización inalámbrica de las lecturas de corriente del sistema, proporcionando una interfaz de usuario sencilla para el monitoreo en tiempo real.

# 3.Metodología

El diseño del circuito debe cumplir con características específicas que garanticen su correcto funcionamiento en microcontroladores. El sistema será operado por batería, lo que requiere un bajo consumo energético para maximizar la duración de la misma. El circuito estará orientado a la medición de **corriente continua**, y los rangos de medición serán de **500 mili amperios** y **500 micro amperios**.

La transición entre estos rangos deberá ser manual o automática, dependiendo de las necesidades operativas. Para garantizar una interferencia mínima en el sistema, el circuito deberá tener un **voltaje de fuga** de **5 mV/500 mA** y **5 mV/500 µA**, con una **salida máxima** de **500 mV** en cualquier rango.

Finalmente, los datos de la medición deberán transmitirse **inalámbrica mente** a un dispositivo externo, como un celular o una computadora, para permitir el monitoreo remoto en tiempo real.

Todo esto se realizará mediante un desglose progresivo, partiendo de un modelo ideal del circuito hasta llegar a un desarrollo completo y detallado del sistema. Para validar el comportamiento del circuito, se realizarán simulaciones utilizando **LTspice**, lo que permitirá verificar el diseño antes de proceder a una posible implementación física.

## 3.1 Solución Ideal

El circuito de medición de corriente a voltaje es ampliamente utilizado en la industria y su construcción se basa en un **amplificador operacional (opamp)** configurado en **retroalimentación negativa**. En este tipo de configuración, el opamp actúa como un amplificador de transimpedancia, convirtiendo la corriente de entrada en un voltaje proporcional, lo que facilita la medición precisa de corrientes.

*Para* lograr una medición efectiva de corriente en microcontroladores, debemos tener en cuenta las **resistencias de medición** asociadas a los **voltajes de fuga** característicos del sistema. Los valores de estas resistencias se pueden calcular utilizando la relación entre el **voltaje de fuga** y la **corriente máxima medida**. De esta manera, obtenemos:

Con estos valores de resistencias, cumplimos las características de los voltajes de fuga exigidos por el sistema, asegurando una medición precisa sin introducir una carga significativa en el circuito.

## 3.2 Solución por bloques

## 3.3 Materiales Y Herramientas

# 4. Desarrollo del PCB

Las normas APA utilizan el método de citas Autor - Fecha, por lo tanto, cada vez que se cite se debe informar el apellido y año de publicación de la fuente. El estilo APA separa las citas en dos grandes clases: citas textuales y citas parafraseadas.

## 4.1 Esquemáticos PCB

# 5. Desarrollo de aplicación

Se presenta en forma exacta el aporte del desarrollo den trabajo en concordancia a la justificación presentada. Se describe en forma lógica, los resultados del trabajo, dando respuesta a los objetivos o propósitos planteados. Basado en los resultados recolectados, incluido el tratamiento estadístico o cualitativo. Se muestra en forma concisa los productos y/o resultados y se resaltan las contribuciones del trabajo al contexto local, regional, nacional e internacional, cuando aplique.

5.1 Aplicativo mediante servidor web

5.2 Aplicativo dedicado

# 6. Conclusiones

(Va en capitulo separado de las conclusiones, pero no necesariamente en hoja nueva y en este apartado se expresa las perspectivas del autor a fin de complementar con nuevas ideas a la investigación original)

# Referencias Bibliográficas

(No lleva número de capitulo e inicia en hoja nueva)

**Ejemplo**

Congreso de la República de Colombia (1979). Ley 11 del 5 de marzo de 1979 “Por la cual se reconoce la profesión de bibliotecólogo y se reglamenta su ejercicio”. Bogotá: El Congreso

Todas las referencias de las citas del trabajo de grado deben aparecer en esta lista, al igual que las fuentes consultadas. Deben ir en orden alfabético y la primera línea de cada referencia debe ir contra el margen izquierdo, si tiene una segunda o más líneas, lleva sangría después de la primera línea [sangría francesa].

# Apéndices

(No lleva número de capitulo e inicia en hoja nueva)

Apéndice A. Contenido del trabajo de grado

(Los apéndices se indican de dos formas: Si son menos de 27 apéndices, se listan con las letras del alfabeto, si son mayor o igual a 27 apéndices, se listan con números arábigos. Al igual que las anteriores listas, también llevan el título completo)

Nota: Si los apéndices van dentro del cuerpo o contenido del trabajo de grado listados al final del mismo, se debe indicar el número de la página, si desea agruparlos en una carpeta adjunta no debe colocar número de página, en reemplazo, debe colocar un mensaje que indique:

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”

Tener en cuenta que, en el uso de Normas APA no pueden ir contenidos en mayúscula (Incluyendo títulos), Sólo en mayúsculas las siglas y la cornisa.

Las recomendaciones y sugerencias para la elaboración de esta plantilla fueron obtenidas y adaptadas teniendo en cuenta la Guía resumen del Manual de Publicaciones con Normas APA

Séptima edición 2020 | [www.normasapa.pro](http://WWW.NORMASAPA.PRO/) Traducción basada en: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/index> y en American Psychological Association (2020)